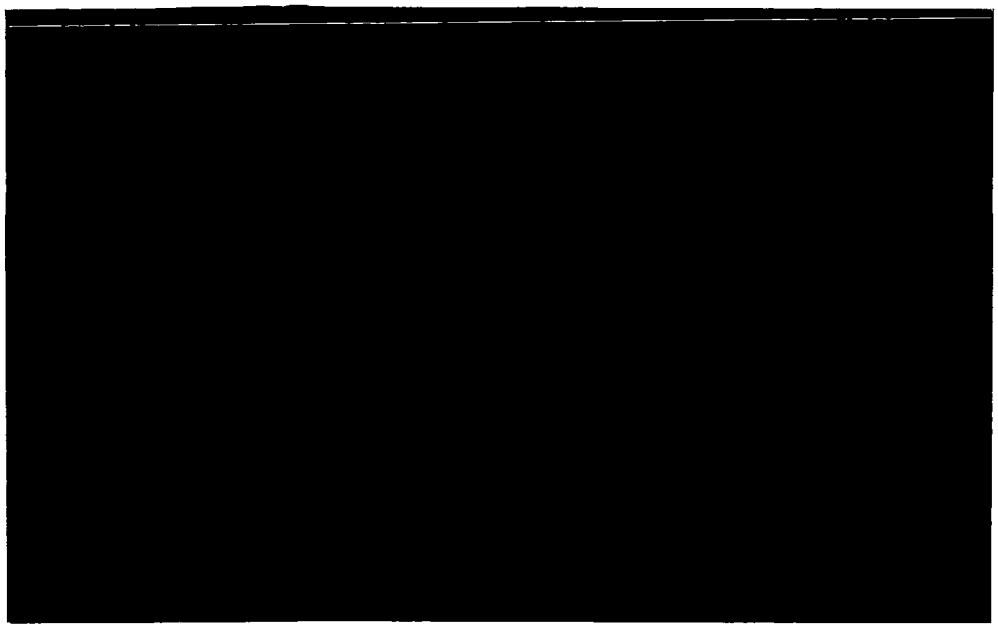


Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt
Rapports de travail de l'Institut Suisse de Météorologie
Rapporti di lavoro dell'Istituto Svizzero di Meteorologia
Working Reports of the Swiss Meteorological Institute

Zürich

52705

No 121

RELATIONS ENTRE PHENOMENES SOLAIRES ET TERRESTRES

par

Bernard Primault, Zurich

Avril 1984

Biométéorologie	551.586
Influences solaires	551.590.21
Astronomie	52

Résumé

On a tout d'abord analysé les fluctuations journalières de 4 paramètres définissant l'activité solaire pour voir si ils présentaient un mouvement cyclique et si ils étaient corrélés entre eux. En effet, si l'on veut rechercher une influence du soleil sur l'atmosphère ou tout autre phénomène terrestre, il faut être certain de n'utiliser que des paramètres indépendants. On a ensuite retenu deux paramètres terrestres peu utilisés jusqu'ici dans les recherches météorologiques, mais prometteurs en biométéorologie: les nombres de Piccardi et les atmosphériques. Ces deux paramètres n'ont pas d'évolution cyclique propre, mais leur intensité est en relation avec l'activité solaire. Toutefois, il résulte de la discussion que, vraisemblablement, tant l'activité solaire que les nombres de Piccardi sont régis par des forces étrangères au système solaire.

Zusammenfassung

Zuerst wurden die täglichen Schwankungen von vier Parametern, welche die Sonnentätigkeit charakterisieren, untersucht um zu eruieren, ob sie einer zyklischen Bewegung unterworfen sind und ob sie untereinander korreliert sind. Will man untersuchen, ob die Sonnentätigkeit auf unsere Atmosphäre oder auf andere terrestrische Phänomene wirkt, muss man sicher sein nur unabhängige Parameter zu benützen. Im zweiten Teil wurden zwei Erdparameter untersucht, welche nur selten in der Meteorologie benutzt werden, jedoch in der Biometeorologie erfolgversprechend sind: die Piccardi'schen Zahlen und die Atmospherics (Infralangwellige Impulse). Diese zwei Parameter zeigen keine eigene zyklische Entwicklung, stehen jedoch in enger Beziehung mit der Sonnenaktivität. Aus der Diskussion geht hervor, dass sehr wahrscheinlich sowohl die Sonnenaktivität als auch die Piccardi'schen Zahlen Kräften gehorchen, die von ausserhalb des Sonnensystems stammen.

Riassunto

Dapprima sono state analizzate le variazioni giornaliere di 4 parametri definenti l'attività solare in modo da poter stabilire un possibile andamento ciclico e un'eventuale correlazione tra i parametri stessi. In effetti, per studiare l'influsso del sole sull'atmosfera o su qualsiasi altro fenomeno terrestre, è indispensabile utilizzare solo parametri indipendenti tra di loro. In seguito sono stati studiati due parametri terrestri fino ad ora poco impiegati nell'ambito della meteorologia ma molto promettenti per la biometeorologia: i numeri di Piccardi e i radio-disturbi. Essi non presentano un'evoluzione ciclica propria, la loro intensità è però in relazione con l'attività solare. Tuttavia, dalla discussione, risulta che molto probabilmente, sia l'attività solare che i numeri di Piccardi, sono sottoposti a forze estranee al sistema solare.

Summary

The daily fluctuations of 4 parameters defining the solar activity has been analysed in order to find out whether they show cyclic variations and whether they are correlated. If we are looking for an influence of the Sun on the atmosphere (or on another terrestrial phenomenon), we have to make sure that the chosen parameters are independent. Two terrestrial parameters, which have been until now little used in meteorological research but which show promises in biometeorology, have been selected: the Piccardi numbers and the atmospherics. Both parameters do not show cyclic variations, but their intensities are related to the solar activity. It comes out of the discussion that so much the solar activity as the Piccardi numbers are driven by forces originating outside the solar system.

Sommaire

Résumé, Zusammenfassung, Riassunto, Summary

1 Préambule 1

2 But poursuivi 2

3 Le soleil et ses particularités 3

3.1 L'activité solaire 3

3.1.1 Le nombre de Wolf et Wolfers 3
3.1.2 Les groupes de taches 4
3.1.3 Les taches au centre 4
3.1.4 Les émissions radio 4

3.2 Relations statistiques 4

3.3 Les effets de la rotation du soleil 5

3.4 Période étudiée 6

3.5 Les différences saisonnières 7

3.6 Fluctuations d'une année à l'autre 8

3.7 La période entière 9

4. L'atmosphère qui nous entoure 10

4.1 les phénomènes terrestres examinés 10

4.1.1 Le nombre d'atmosphériques 11
4.1.2 Les nombres de Piccardi 12
4.1.3 Les phases de Brezowsky 12

4.2 Evolution cyclique, oui ou non ? 13

5. Relation entre l'activité solaire et les deux phénomènes chiffrés 13

5.1 Les atmosphériques 13

5.2 Les nombres de Piccardi 14

6. Conclusion préliminaire 15

7. Bibliographie 16

Figures 17

Relations entre phénomènes solaires et terrestres

par B. Primault, Dr. Ing. Zurich

1. Préambule

L'ordinateur, et l'ordinateur a grande puissance surtout, a été un cadeau empoisonné offert par la technique aux chercheurs.

Ceci peut paraître comme le cri d'agonie d'un conservateur invétéré en face des progrès techniques de la science moderne. Et pourtant, en parcourant le nombre impressionnant de publications qui sortent régulièrement de presse et qui ont trait à l'élaboration de modèles de tous genres, on constate que la motivation, avouée ou non, de la plupart des recherches a été l'utilisation d'un ordinateur.

Par le fait que les chercheurs, surtout ceux qui s'occupent de biométéorologie, disposent en dehors de l'ordinateur de moyens très développés - nous pensons ici spécialement aux stations automatiques d'acquisition de données - et de bibliothèques de programmes, ils se croient dispensés de réflexions fondamentales.

Du temps où l'ordinateur n'existait pas, le temps et les moyens disponibles pour une recherche imposaient à son auteur des limites strictes quant au nombre de paramètres pouvant être envisagés lors de l'établissement d'un modèle biométéorologique.

Aujourd'hui, il suffit de brancher un appareil automatique pour avoir un nombre quasi infini de relevés portant sur un ou plusieurs paramètres météorologiques. La station d'acquisition de donnée peut être en outre couplée à un ordinateur. Ce dernier fera alors tous les calculs statistiques imaginables et cela d'autant mieux que l'on dipose de bibliothèques de programmes d'analyses statistiques globales ou différenciées qui, tels des pièces de meccano, viennent constituer le programme principal.

En augmentant le nombre des paramètres, le chercheur croit pouvoir cerner de plus près les problèmes posés par les phénomènes

vitaux. Pourtant, l'information introduite sous forme de paramètres isolés est souvent étroitement reliée à une autre du même type. Utiliser les deux dans l'établisssement du modèle est un simulacre de précision, donc un leurre.

En outre, vu la rapidité avec laquelle les calculs sont opérés par un ordinateur, il est possible de recalculer un modèle en éliminant simplement un ou plusieurs des facteurs constitutifs du modèle précédent. Souvent même, cette opération s'opère automatiquement. On pense ainsi simplifier le modèle en réduisant le nombre des paramètres qu'il comporte. Si un certain nombre de ces derniers sont étroitement reliés entre eux - c'est-à-dire corrélés - et que l'un de ceux-ci soit primordial pour les phénomènes vitaux incriminés, on élimine ce faisant des éléments très importants qui disparaissent du modèle parce que des paramètres corrélés au premier y gardent un poids supérieur.

2. But poursuivi

La présente étude fait partie d'une recherche plus étendue se rapportant à l'influence d'éléments météorologiques ou cosmographiques sur différents phénomènes vitaux: nombre d'accidents d'enfants, décès, naissances. Cette recherche couvre la période du 1er octobre 1967 au 31 décembre 1973, soient six ans et trois mois.

Le présent travail a pour buts:

a) de montrer la manière de sélectionner parmi 4 phénomènes solaires ceux ou celui qui devra être retenu pour la suite. (On admet ici a priori que les 4 phénomènes retenus sont absolument indépendants l'un de l'autre);

b) de rechercher si l'activité solaire va de pair avec certains phénomènes terrestres et cela avec ou sans décalage temporel. Comme il ne s'agit pas d'une recherche en prédicteurs, nous avons admis des relations linéaires comme discriminants.

3. Le soleil et ses particularités

3.1 L'activité solaire

Le soleil, principale source d'énergie de la terre, ne dégage pas un rayonnement constant. Sa périphérie, siège de l'émission d'énergie est soumise à des transformations diverses qui se répercutent sur le rayonnement que nous en recevons. Cette activité peut être divisée en deux grandes classes: les phénomènes visibles de la terre à la surface du soleil et l'intensité d'émissions électromagnétiques.

La première de ces activités, est généralement connue sous le nom de taches solaires. Celles-ci se présentent au téléscope sous la forme de parties plus ou moins sombres dont le nombre et la dimension varient fortement. Mais ces taches persistent durant de nombreux jours terrestres tout en se modifiant sans cesse.

Comme le soleil est soumis, lui aussi, à un mouvement de rotation sur lui-même, (cf. Primault 1981), une même tache franchira le plan d'un même méridien terrestre à un intervalle variant de 28 à 29 jours. Cette durée est fonction de la distance séparant la terre du soleil, c'est-à-dire de la vitesse de translation de la terre tout au long de son parcours sur l'écliptique.

Pour exprimer l'activité solaire totale, on se sert généralement de 4 grandeurs dont les valeurs sont régulièrement publiées par les observatoires, entre autres celui de l'EFPZ (cf. Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich). Depuis 1980, cette activité a été reprise par l'Institut royal météorologique de Belgique.

3.1.1 Le nombre de Wolf et Wolfers:

Il s'agit ici du rapport entre la surface visible du soleil affectée par des taches plus sombres et celle présentant une luminosité normale. Ce rapport est exprimé en %.

3.1.2 Les groupes de taches

Les taches solaires ne sont généralement pas isolées, mais forment des groupes dont le nombre évolue au cours du temps. Le nombre de groupes de taches, visibles un certain jour, est également indiqué dans les tables.

3.1.3 Les taches au centre

Le soleil est une sphère. Par conséquent, la plus grande partie de sa surface visible ne rayonne pas en direction de notre terre. Pour tâcher d'exprimer plus spécifiquement l'effet possible de l'activité solaire sur les phénomènes terrestres, on a restreint le cercle de base à la moitié du rayon en partant du centre. Il s'ensuit que le nombre de taches au centre peut être notablement inférieur à celui se rapportant au total visible au même moment.

3.1.4 Les émissions radio

La dénomination même de ce paramètre est suffisamment explicite pour qu'il ne nécessite pas de commentaire particulier. La longueur d'onde utilisée est $\lambda = 10,7$ cm

3.2 Relations statistiques

Nous avons dit dans le préambule qu'il était illusoire de vouloir faire figurer dans un modèle plusieurs paramètres étroitement liés entre eux du point de vue statistique. On donnerait alors l'illusion d'une plus grande précision, alors qu'il ne s'agirait en fait que de la répétition d'un même phénomène.

Afin de voir si une série de chiffre est indépendante par rapport à une autre, nous avons utilisé le coefficient de corrélation linéaire. L'unité de temps choisie a été le jour en raison des données de base disponibles. Pour les six ans et trois mois dont nous disposons pour nos calculs, il s'agit donc de 2'300 paires environ. La siginification contre zéro, c'est-à-dire le risque d'erreurs commises en utilisant un paramètre pour l'autre est fonction du

nombre de paires et du coefficient de corrélation. On peut ainsi tracer des courbes de la valeur minimum du coefficient de corrélation pour une signification donnée. Cette valeur minimum baisse si le nombre de paires augmente (voir fig.1).

3.3 Les effets de la rotation du soleil

Comme nous l'avons déjà relevé d'autre part (Primault 1981), le soleil tourne sur lui-même. Pourtant, la durée qui sépare deux passages consécutifs du centre de la terre au même méridien solaire n'est pas identique à la durée qui sépare deux passages du centre du soleil à un même méridien terrestre. Ainsi, une tache visible au centre du soleil lors de son pasage à un méridien terrestre déterminé se retrouvera dans les mêmes conditions après un certain nombre de jours terrestres. Ce nombre variera en fonction de l'angle au centre correspondant au chemin parcouru par la terre sur l'écliptique entre deux passages successifs d'un même méridien solaire par le centre de la terre. Cette durée varie entre 27 et 28 jours terrestres.

Si, partant d'une certaine date, nous établissons le coefficient de corrélation entre la valeur d'un des phénomènes solaires décrits et la valeur correspondante enregistrée la veille, l'avant- veille et ainsi de suite jusqu'à 30 jours auparavant, nous obtenons une courbe qui présentera deux maximums, le premier est situé au jour considéré et correspond à 1 (en établissant le coefficient de corrélation entre une une série de valeur et cette même série, on obtient nécessairement 1). Le second maximum devrait se rencontrer à environ 28 jours auparavant. Les courbes établies montrent la justesse du raisonnement (fig. 2).

Lors de la division de l'année en saisons, nous avons tenu compte de la déclinaison du soleil. Ainsi, l'hiver comprend les mois de novembre, décembre et janvier (solstice d'hiver comme fait central); le printemps ceux de février, mars et avril; l'été ceux de mai, juin et juillet et l'automne ceux d'août, septembre et octobre.

3.4 Période étudiée

La recherche principale, dont ce travail n'est qu'une partie, a trait aux accidents d'enfants en relation avec l'évolution de certains phénomènes naturels, en particulier météorologiques. Il n'est donc pas étonnant que nous nous restreignions ici à la période pour laquelle nous disposons des informations concernant les dits accidents.

A notre demande, l'hôpital pédiatrique de Zurich nous a fourni toutes les entrées de sa polyclinique chirurgicale d'octobre 1967 à décembre 1973, soit une période couvrant 6 années et 3 mois sans solution de continuité.

L'activité solaire, quel que soit l'élément considéré, varie graduellement d'un jour à l'autre et est soumise à des fluctuations assez importantes d'un mois à l'autre. Pourtant, ces deux groupes de variations brèves sont soumis à une fluctuation cyclique dont la période est d'un peu plus de 11 ans.

Nous avons reproduit sur un même graphique les moyennes mensuelles de nos 4 éléments en choisissant des échelles telles que les fluctuations soient du même ordre de grandeur afin de pouvoir mieux les comparer entre elles. Pour élaborer cette figure, nous avons tenu compte d'un cycle complet, à savoir le passage d'un minimum au minimum suivant (fig.3).

La publication du nombre de tâches au centre n'a débuté qu'au 1er janvier 1967. Pourtant, les 8 ans qui figurent sur notre diagramme suffisent amplement à démontrer que les variations de cet élément ne sont pas bien différentes de celles des autres.

De la figure 3, on peut relever un parallélisme étroit entre les 4 courbes. A part quelques exceptions, on retrouve en effet les maxima et les minima aux mêmes endroits, c'est-à-dire que les mêmes mois indiquent une forte ou une faible activité du soleil.

Ce qui frappe dans ces courbes, ce sont les grandes fluctuations auxquelles ces moyennes mensuelles sont soumises (printemps 1968, été 1973, été 1975 par exemple). En outre, le tronçon descendant

de la courbe générale est interrompu par deux maximums secondaires de relativement longue durée. Le premier s'étend de l'été 1971 à l'été 1972, l'autre se situe au début de 1974. On peut se demander si de telles "irrégularités" de la courbe générale ont des répercussions particulières sur les phénomènes biologiques, but final de notre recherche.

Si on place la période considérée dans notre recherche principale en regard du cycle solaire complet, on constate qu'elle débute à la fin de la partie ascendante pour se terminer avant le minimum. L'accent principal est donc donné à une période où l'activité solaire est importante mais en diminution progressive. En outre, cette période comporte certains des accidents mentionnés plus haut.

3.5 Les différences saisonnières

On a relevé au chapitre 3.3 la variation que subit la corrélation en fonction de la rotation du soleil sur son axe. On a vu alors que l'importance relative de chacun des éléments considérés de l'activité solaire variait durant la période de rotation pour revenir à une valeur analogue à la fin de la dite période.

Vu que la distance du soleil à la terre varie progressivement et, partant, la vitesse apparente de rotation du soleil sur lui-même (laps de temps séparant deux passages successifs du plan d'un même méridien solaire au centre de la terre), il est possible que, non seulement l'espace entre deux maximums varie, mais aussi que l'intensité relative des différents phénomènes varie d'une saison à l'autre. De telles variations sont en outre possibles en raison de la vitesse de translation de la terre sur l'écliptique. Notons ici que la plus courte distance du soleil à la terre se rencontre en février, la plus grande en juillet.

Selon les définitions données au chapitre 3.3, on a 6 fois un printemps et un été complets, 6 1/3 automne et 7 hivers.

Si le second maximum indiquant un tour complet du soleil est nettement visible sur les 4 paramètres, seule la courbe du nombre

de Wolfs et Wolfers (fig. 4A) donne une variation cohérente de la distance entre les deux maximums, soit 27 jours en hiver, 26 en automne et au printemps et 25 à 26 en été.

Les 4 courbes de l'émission radio (fig. 4D) présentent une forme régulière avec un intervalle entre les deux maximums de 27 jours en automne, 26 au printemps et en hiver et 24 seulement en été. On n'a donc plus la même symétrie avec la distance relative de la terre au soleil.

Dans le cas des groupes de taches (fig. 4B), on a aussi une fluctuation unique. Mais les courbes sont beaucoup plus cahotiques.

Pour ce qui est des taches au centre (fig 4C) les 4 courbes saisonnières présentent un second maximum plus marqué que dans les 3 cas précédents et celui-ci est situé pour les 4 saisons à 27 jours.

Notons enfin que la corrélation est dans bien des cas négative, ce qui signifie qu'un phénomène a une intensité inversée de la face du soleil tournée vers la terre, de celle qui lui est opposée.

En résumé, le phénomène qui nous semble le plus approprié pour l'étude générale est le nombre de taches au centre.

3.6 Fluctuations d'une année à l'autre

En examinant les fluctuations auxquelles sont soumises les 4 courbes de la figure 3, on ne distingue, au premier abord tout au moins, pas de différences notables d'une année à l'autre. Seul le niveau moyen des courbes change.

Pourtant, il est possible que des fluctuations journalières se compensent lors de l'établisssement des moyennes mensuelles. Comme nous l'avons déjà dit, la période étudiée englobe le maximum d'un cycle d'activité solaire mais est situé en majeure partie dans la branche descendante de ce cycle. On peut se demander ainsi si, d'une part, la diminution progressive de l'activité solaire n'est pas soumise à des soubresauts qui pourraient perturber notablement

nos calculs et, d'autre part, si les anomalies constatées ne viennent pas gêner l'étude du déroulement cyclique. Dans le présent chapitre, nous avons repris la même démarche qu'au chapitre précédent, mais en considérant chaque année pour elle-même soit du 1er janvier au 31 décembre. Pour ce qui est de 1967, le nombre de cas peut varier de 92 à 62 suivant que nous avons un retard de zéro jour ou de 30 jours (fig. 5).

Comme ci-dessus, chaque année présente un second maximum dans les environs du 27ème jour, c'est-à-dire lors de l'arrivée du plan d'un même méridien du soleil dans le voisinage de la terre après une rotation complète du soleil.

Seul 1971, et encore uniquement pour le nombre de Wolf et Wolfers et l'émission radio, présente des courbes régulières avec un maximum principal au jour zéro, un second maximum et un seul minimum entre les deux (fig. 5A et D).

Dans les 4 cas, 1970 se distingue nettement des autres années considérées par les particularités de sa courbe.

En 1968 et pour l'émission radio (fig 5D), la courbe présente bien un aspect régulier mais son second maximum se rencontre à 21 jours. Il ne peut donc être mis en relation avec la vitesse de rotation du soleil sur son axe.

Dans tous les autres cas de la figure 5, les courbes obtenues sont très tourmentées et ne présentent pas de similitude. Ceci est assez étonnant en regard de la figure 3 qui laisserait présager des développements parallèles. Ceci s'explique cependant par le fait que dans, le premier cas, on a des moyennes mensuelles, donc seules les grandes fluctuations sont reflétées, dans le second, on travaille avec des rapports de valeurs journalières englobant toutes les fluctuations de l'activité solaire.

3.7 La période entière

De ce qui précède, on pourrait s'attendre à ce que les courbes résultants de tout le matériel disponible présentent un caractère

encore plus désordonné que celles reflétant les saisons ou les années.

Or, il n'en est rien. A la figure 2, on a tracé les 4 courbes selon le même principe.

Seule, celle se rapportant à l'évolution des taches au centre présente plus de 2 maximums (l'un à Z = 0, l'autre à Z = -26 ou -27).

On retrouve ainsi une idée émise bien souvent ailleurs déjà c'est que, dans des études bio-climatologiques, on ne peut s'appuyer sur des moyennes ou de grands collectifs pris globalement. Seule l'étude des détails ou de la dynamique des phénomènes peut apporter une solution.

4. L'atmosphère qui nous entoure.

4.1 Les phénomènes terrestres examinés

Dans la plupart des études concernant les rapports entre l'activité solaire et l'atmosphère qui nous entoure, on a principalement mis l'accent sur les éléments météorologiques classiques tels que la température, l'humidité relative et surtout les précipitations tant en quantité qu'en fréquence.

Dans la plus grande partie de ces études, les résultats ont été fort décevants. En effet, on recherchait principalement à savoir si l'activité solaire se retrouvait transposée (positivement ou négativement) dans un fait précis: le paramètre météorologique considéré. Or, si tel était le cas, on devrait nécessairement retrouver dans l'évolution des dits paramètres la fluctuation décrite plus haut, c'est-à-dire le fait qu'un maximum se retrouverait après une rotation du soleil, à savoir, après 27 jours 1/2 environ. D'autres études avaient déjà prouvé que ces paramètres classiques n'évoluaient pas de façon cyclique. On rencontre bien chez certains auteurs une relation entre la période d'activité solaire de 11 ans environ et la somme ou la fréquence des précipitations, mais cette relation n'est pas universelle, n'affecte donc pas de façon semblable tous les points du globe.

Pour ces raisons, nous nous sommes éloignés ici des paramètres météorologiques classiques pour entrevoir d'autres combinaisons qui, elles, semblent pouvoir davantage être affectées par l'activité du soleil.

4.1.1 Le nombre d'atmosphériques

Dans ses recherches, Rieker (1960) a montré que les phénomènes de réflexion des atmosphériques dépendaient étroitement de l'altitude et de la compacité de la couche ionisée. Mais la couche ionisée est, de part sa définition même, une entité électrique. Elle pourrait donc être affectée par les fluctuations des émissions électromagnétiques du soleil. D'ailleurs, on connait très bien les périodes de silence radio qui accompagnent les aurores boréales, elles-mêmes provoquées par un bombardement ionique dû à l'activité solaire (protubérances).

Comme, par définition, l'origine des atmosphériques est météorologique et leur transmission dépend, en partie tout au moins, de l'activité solaire, on pouvait se demander s'il y avait relation directe entre cette dernière et plus spécialement les émissions électromagnétiques et le nombre des atmosphériques enregistré.

Un autre raisonnement venait en outre étayer cette hypothèse de travail: le flux et le reflux de l'atmosphère. L'air est un fluide. Il est par conséquent mobile autour de notre planète et, telle l'eau de la mer, soumis à des marées commandées par la position relative du soleil et de la lune. La couche ionisée dont nous faisons allusion plus haut, est emprisonnée dans l'atmosphère. Son altitude sera donc soumise, elle aussi, à un mouvement vertical cyclique synchronisé avec la position du soleil et celle de la lune. Des fluctuations de ses propriétés de réflexion des ondes électromagnétiques, donc des spherics, pouvaient être envisagées.

4.1.2 Les nombres de Piccardi

Il y a plus de 50 ans, un professeur de chimie-physique de l'Université de Florence, Piccardi, avait trouvé que la vitesse de réaction de précipités inorganiques variait d'un jour à l'autre.

Il en a tiré une hypothèse de travail selon laquelle tous les phénomènes physiques et chimiques terrestres sont conditionnés de manière plus ou moins intense par des influences extra-terrestres. Ne sachant comment les mesurer directement et ignorant leur nature première, il les a dénommés "fenomeni fluttuanti", en français: phénomènes fluctuants. Il pense qu'il s'agit d'une sorte d'énergie, mais les instruments classiques pour mesurer ces forces sont inadaptés aux dites influences.

Partant de sa découverte, Piccardi a mis au point une méthode permettant de chiffrer ces phénomènes fluctuants. Cette méthode consiste à déterminer le temps de floculation du bisulfite de bismuth dans deux groupes de 10 éprouvettes chacun. L'un des deux groupes est laissé à l'air libre, l'autre est abrité des dits phénomènes fluctuants par un écran de cuivre mis à terre, jouant donc le rôle d'une cage de Faraday. Le rapport des deux temps de réaction donne ce qu'on appelle les nombres de Piccardi (cf. Piccardi, 1955).

Nous avons pu disposer pour notre étude des valeurs ainsi obtenues à Florence et Côme d'une part (Piccardi, Italie) et à Bruxelles d'autre part (Piccardi, Bruxelles).

Cette méthode d'investigation étant d'une part compliquée et nécessitant d'autre part un personnel très qualifié, il n'est pas étonnant que les séries de chiffres disponibles ne soient pas absolument complètes ni homogènes.

4.1.3 Les phases de Brezovsky

En biométéorologie humaine, on s'éloigne de plus en plus de l'examen de paramètres météorologiques isolés pour les grouper selon un schéma sensé transcrire l'influence simultanée de plusieurs paramètres en un même endroit. On cherche ainsi à intégrer la dynamique météorologique. Le dit schéma ne s'applique pas à des régions situées hors de la zone tempérée. Même à l'intérieur de celle-ci, le voisinage ou la présence d'une chaîne de montagne altère la représentativité de ces phases.

Le schéma de Brezovsky dépeint en 9 catégories successives le passage d'une zone dépressionnaire. Il intégre donc aussi bien les températures que les humidités, la nébulosité, la pression, voire le vent (cf. Primault 1978).

4.2 Evolution cyclique, oui ou non?

Dans la première partie de la présente étude, nous avons vu que les 4 phénomènes solaires étudiées répondaient à une évolution cyclique commandée par la rotation de notre étoile centrale.

Par conséquent, si il y a une réponse de notre atmosphère à l'activité solaire, les paramètres retenus devraient se retrouver selon une même périodicité. Or, si nous essayons de tracer les mêmes courbes que plus haut, nous constatons que les phénomènes retenus ne répondent pas à cette définition.

La courbe des coefficients de corrélation décalés dans le temps pour le nombre des atmosphériques ou pour les nombres de Piccardi tombe immédiatement après le jour j pour se maintenir dans une zone étroite ne présentant ni maximum ni minimum marqué jusqu'au jour j - 30 (fig. 6).

En ce qui concerne les phases de Brezovsky, la comparaison est beaucoup plus difficile car il ne s'agit pas de valeurs chiffrées mais d'estimation d'une situation générale. Pourtant, si nous établissons le décompte des situations qui se présentent avant une même phase et que nous ne retenions parmi elles que la phase finale, on constate que la courbe ainsi formée a la même forme que les deux précédentes (voir fig. 7).

5. Relation entre l'activité solaire et les deux phénomènes chiffrés retenus

5.1 Les atmosphériques

Bien que le raisonnement précédent amène à la conclusion qu'il n'y a pas de liaison directe entre l'activité solaire et les sphérics, effectuons le calcul de corrélation comme précédemment, nous nous contenterons cependant ici d'une période de 10 jours.

A la figure 8, nous avons reproduit la corrélation calculée entre le nombre des atmosphériques d'une part et les 4 activités solaires d'autre part. On constate que les coefficients de corrélation obtenus sont pratiquement les mêmes chaque jour et que leur valeur n'est pas significative même à $p < 10$ %.

Il n'y a donc pas de relation directe entre l'activité solaire et le nombre des atmosphériques. On pourra, par conséquent, dans un modèle biométéorologique, utiliser l'un et l'autre de ces paramètres.

5.2 Les nombres de Piccardi

Comme dans le cas précédent, il est intéressant de voir comment se comportent les nombres de Piccardi par rapport aux phénomènes solaires.

A la figure 9, nous avons reporté les coefficients de corrélation entre les 4 activités solaires et les nombres de Piccardi.

Cette figure montre que la corrélation ne dépasse jamais une signification $p < 10\%$. Par conséquent, il semble donc que ces phénomènes soient indépendants l'un de l'autre.

En ce qui concerne le nombre de Wolf et Wolfers, les groupes de taches et les taches au centre, on constate une particularité. En effet, la courbe des coefficients de corrélation présente un maximum marqué à plus un jour. Comme il s'agit de la corrélation entre phénomènes solaires (x) et nombre de Piccardi (y), cela signifie une augmentation des nombres de Piccardi un jour avant une augmentation de l'intensité de ces trois phénomènes solaires. La signification du maximum est relativement faible si bien qu'on ne peut parler à proprement dit d'une relation de cause à effet.

6. Conclusion préliminaire

L'étude qui précéde montre d'une part que lors de l'établissement d'un modèle biométéorologique, nous ne pouvons retenir de l'activité solaire qu'un seul des 4 paramètres considérés. Vu l'interdépendance de 3 d'entre eux par rapport à un des phénomènes terrestres retenus, le choix devrait se porter sur les émissions radio.

Pourtant, et au vu de la faible signification de la dite corrélation, nous retiendrons le nombre de taches au centre qui nous semble le plus représentatif.

Le nombre d'atmosphériques ne présente aucune particularité vu qu'il est indépendant aussi bien de l'activité solaire prise dans son ensemble ou dans ses fractions que des nombres de Piccardi.

Quant à ces derniers, il sont également indépendants avec la restriction décrite.

A ce propos, nous aimerions émettre ici une hypothèse de travail résultant de la discussion faite précédemment (voir 5.2 plus haut). Selon leur définition, les nombres de Piccardi résultent de "phénomènes fluctuants" dont l'origine et la nature elle- même sont encore inconnues. Selon des critiques émises par Piccardi lui-même sur nos travaux relatifs à l'extension de la fièvre aphteuse (cf. Primault 1958), les paramètres météorologiques que nous avions retenus ne devaient pas être déterminants, mais seulement des valeurs mesurables réagissant, elles, avec les nombres de Piccardi. Si nous examinons de plus près les courbes de la figure 9, on peut en déduire le raisonnement suivant: le précipité de bichlorure de bismuth réagit instantanément à ces forces extra-terrestres. Le soleil, de par sa masse, a un temps de réaction plus lent et ne répond que un jour après (jour terrestre s'entend). Ainsi se trouverait expliqué le fait que les chercheurs qui ont voulu voir une influence directe de l'activité solaire sur l'activité de notre atmosphère terrestre n'ont pas abouti parce qu'ils ont toujours admis que l'atmosphère terrestre réagissait simultanément ou avec un retard plus ou moins prononcé aux variations de l'activité du soleil.

En suivant notre raisonnement, il faudrait admettre que l'atmosphère réagit la première aux "phénomènes fluctuants" de Piccardi et que le soleil ne réagit qu'après. L'intervalle de temps serait alors de un jour.

7. Bibliographie

Piccardi G. (1955) Sopra un test inorganico per lo studio degli influssi atmosferici e cosmici. Geofisica e Meteorologica. 3(1/2): 31-36

Primault B. (1958) Eléments météorologiques agissant sur l'apparition et l'extension de la fièvre aphteuse. Schweizer Archiv für Tierheilkunde. 100(7): 383-399

Primault B. (1978) Les accidents cardio-vasculaires et leurs relations avec les conditions météorologiques du moment. CIBA-Revue. III/78: 5-6

Primault B. (1981) Des rythmes cosmographiques les plus importants. Rapport de travail de l'ISM. 106: 16 + 1 tab. + 1 fig.

Rieker J. (1960) Le lever du soleil dans l'atmosphère et ses répercussions sur la propagation des ondes longues. Geofisica pura e applicata. 46: 241-328

Adresse de l'auteur: B. Primault, Dr. Ing.
Institut suisse de météorologie
Krähbühlstrasse 58, 8044 Zurich

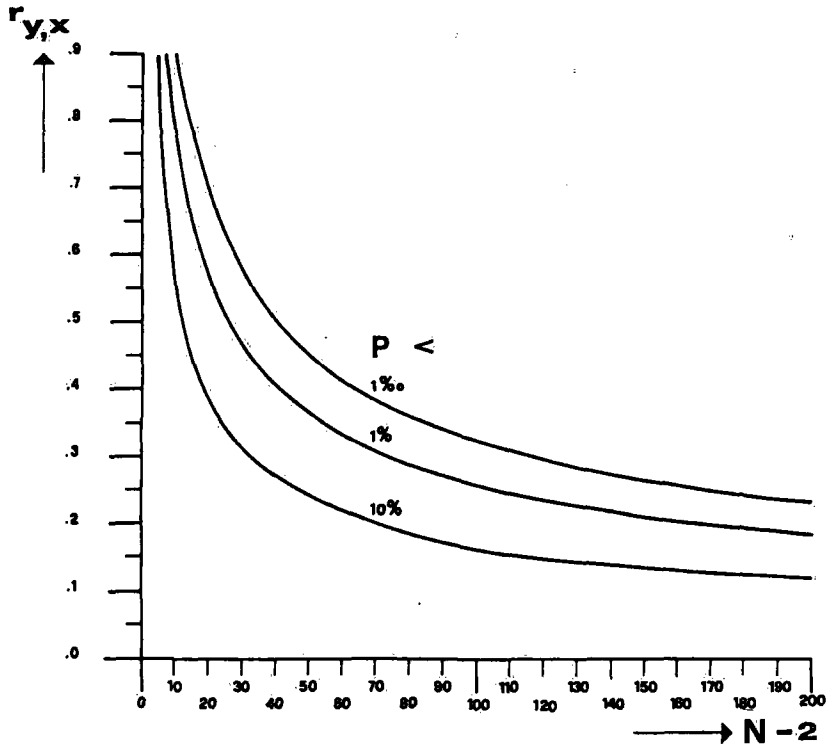


Fig. 1. Variation de la signification du coefficient de corrélation en fonction du nombre de paires considérées (N)

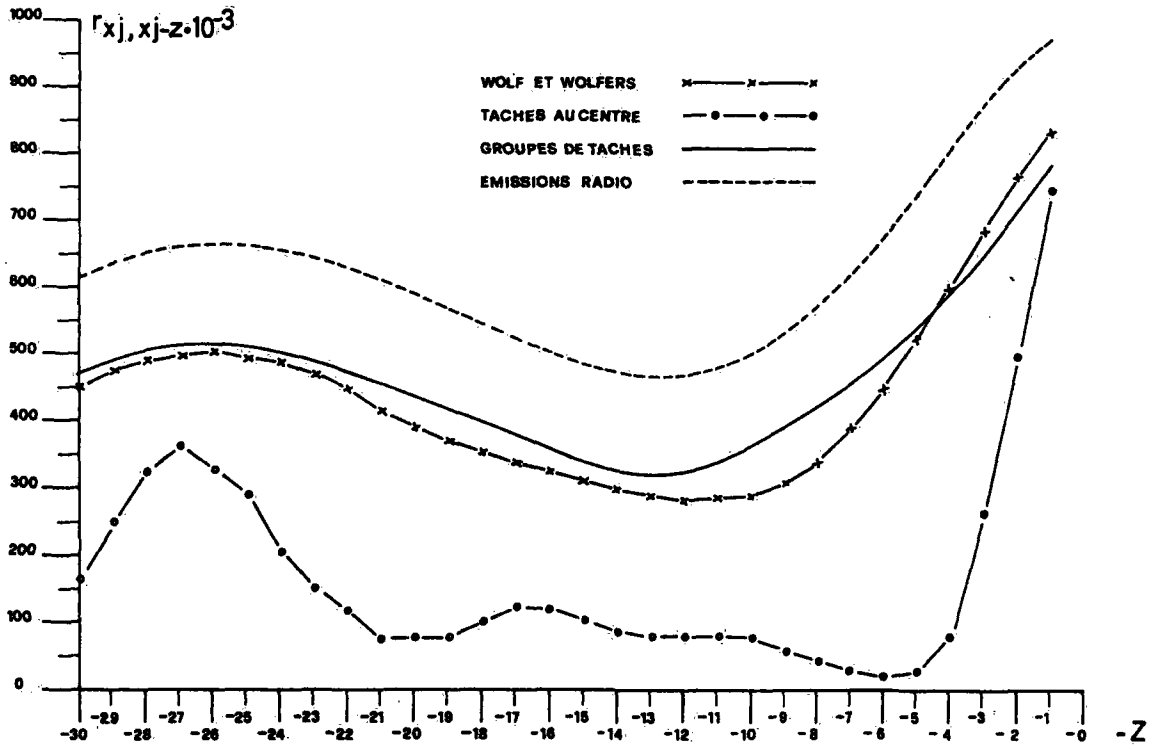


Fig. 2. Corrélation des activités solaires avec elles-mêmes en fonction d'un décalage temporel (jounalier).

Fig. 3. EVOLUTION DES 4 PARAMETRES AU COURS D'UN CYCLE SOLAIRE

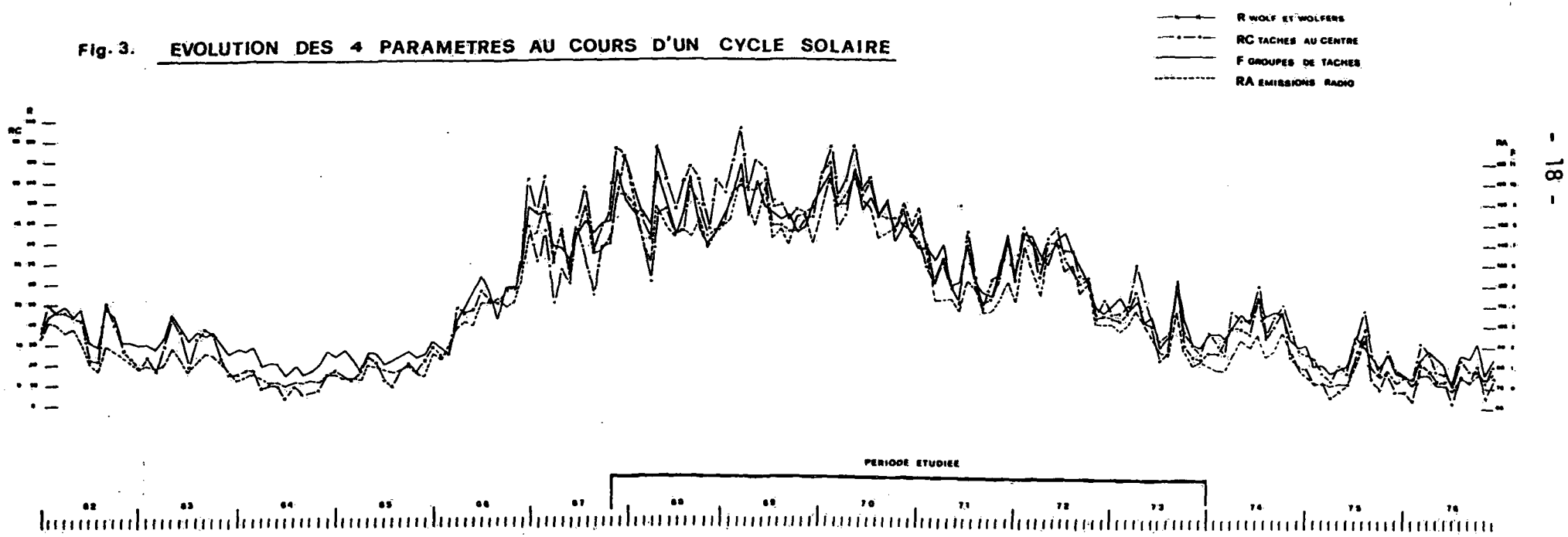
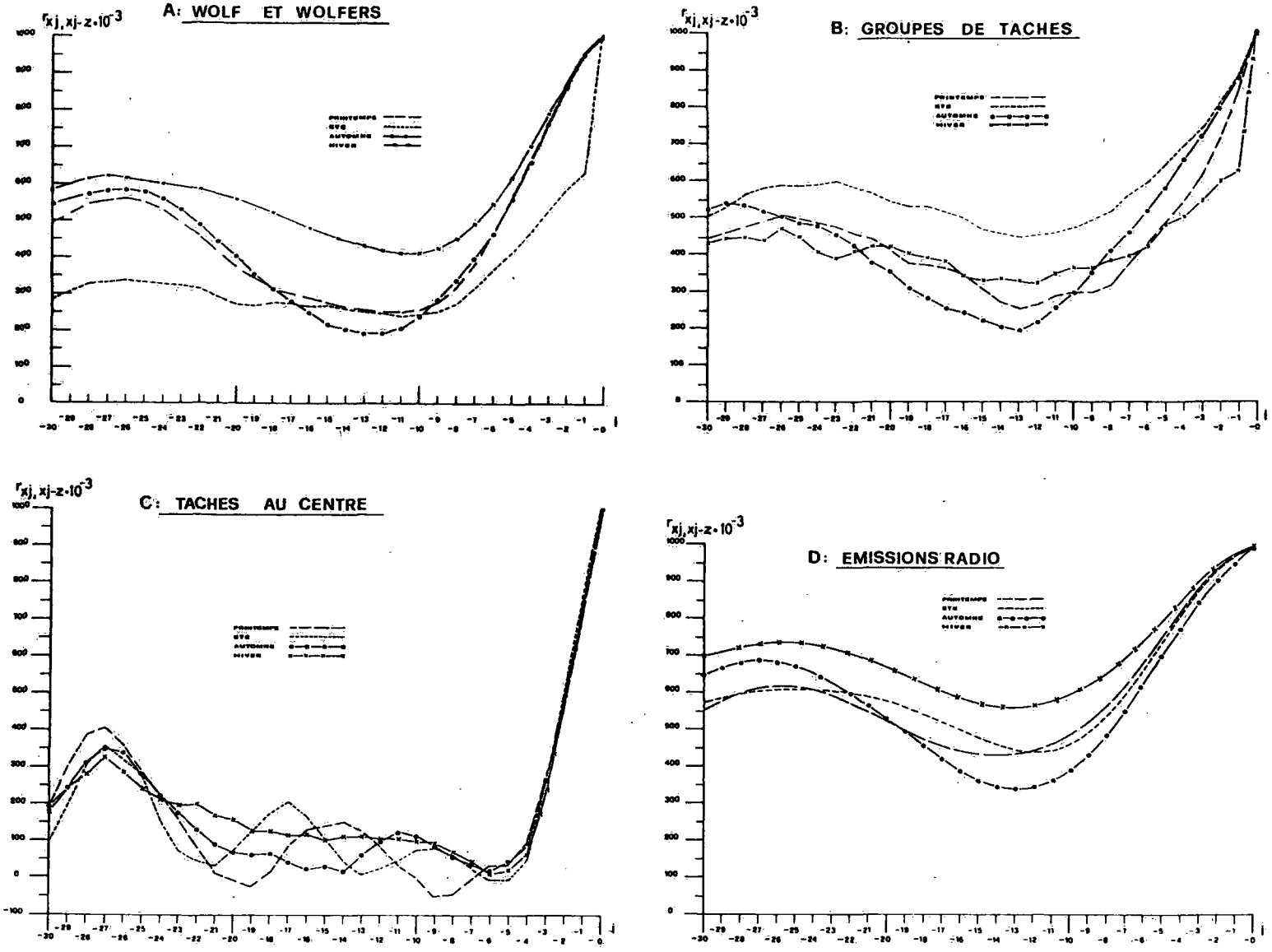
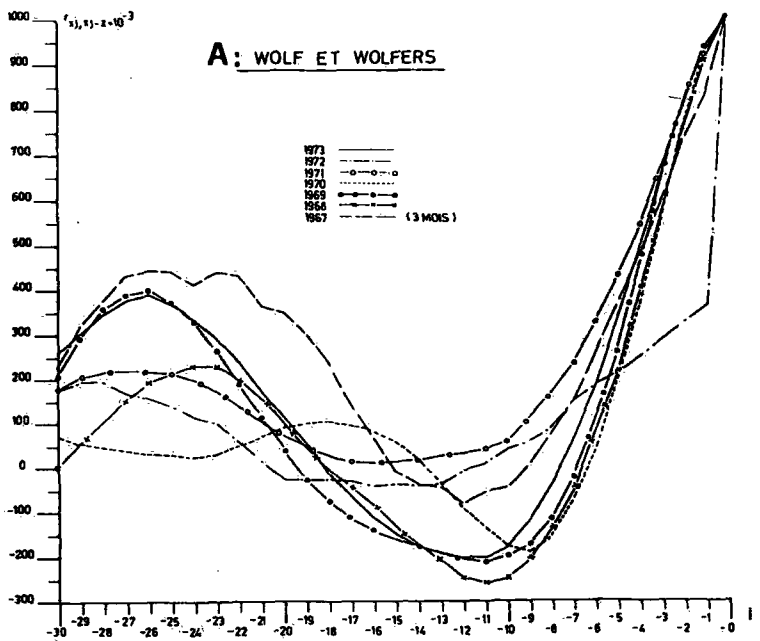
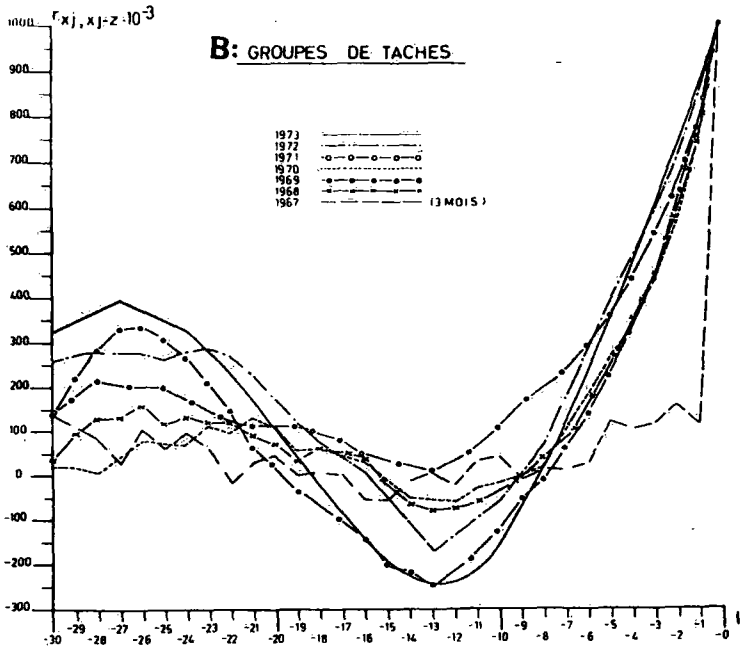
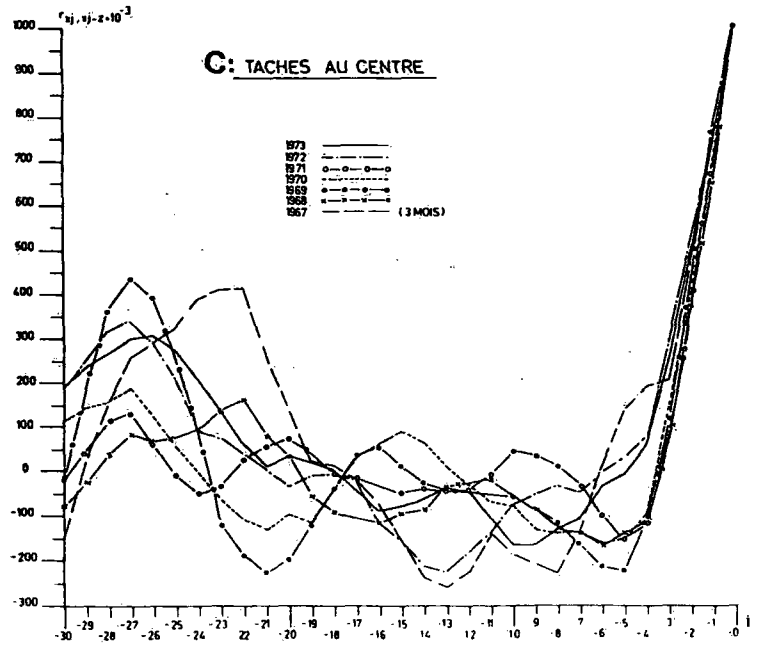


Fig. 4. Corrélation des activités solaires avec elles-mêmes en fonction d'un décalage journalier (répartition saisonnière)









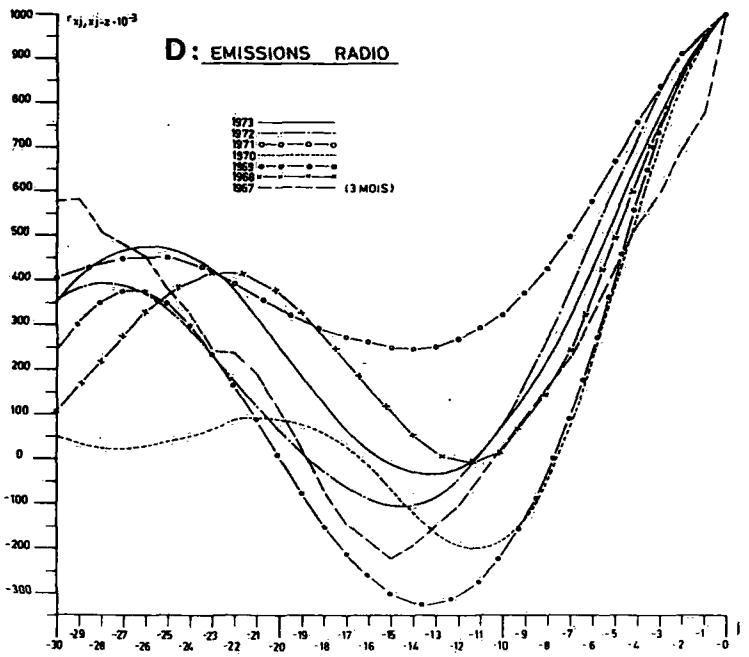


Fig. 5. Activité solaire. (répartition anuelle)

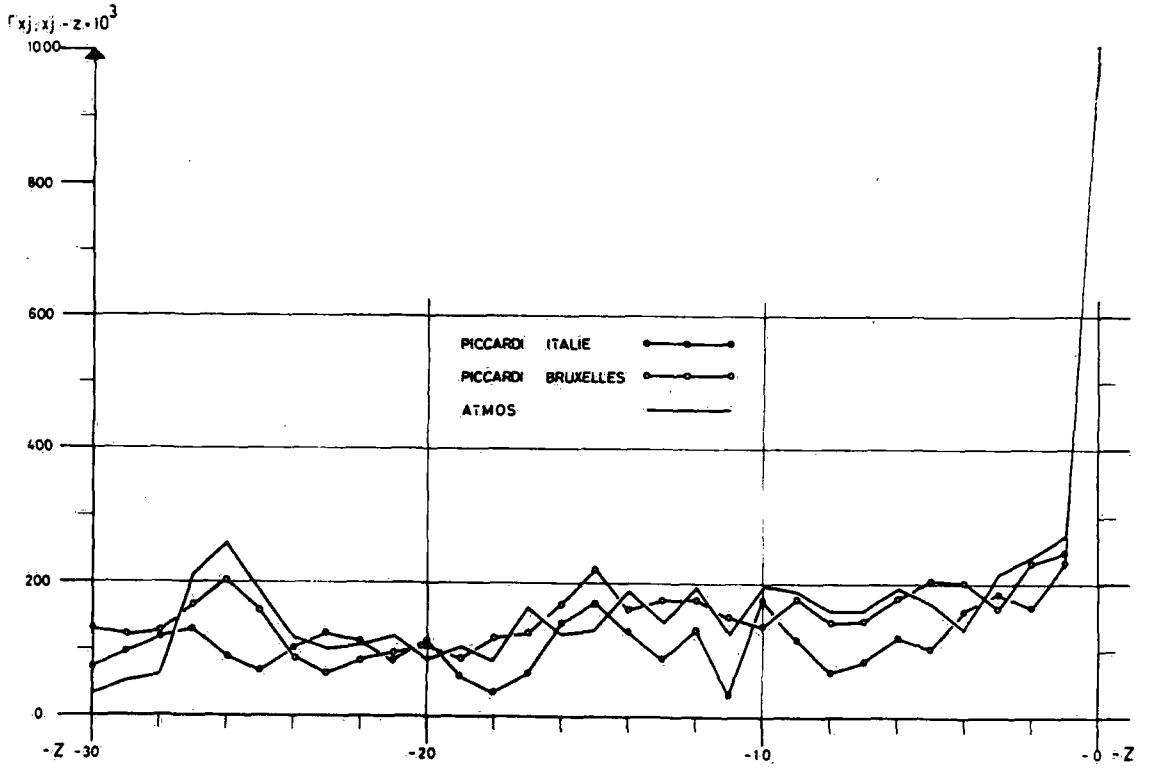


Fig. 6. Corrélation des nombres de Piccardi et des atmosphérics avec eux-mêmes en fonction du décalage journalier.

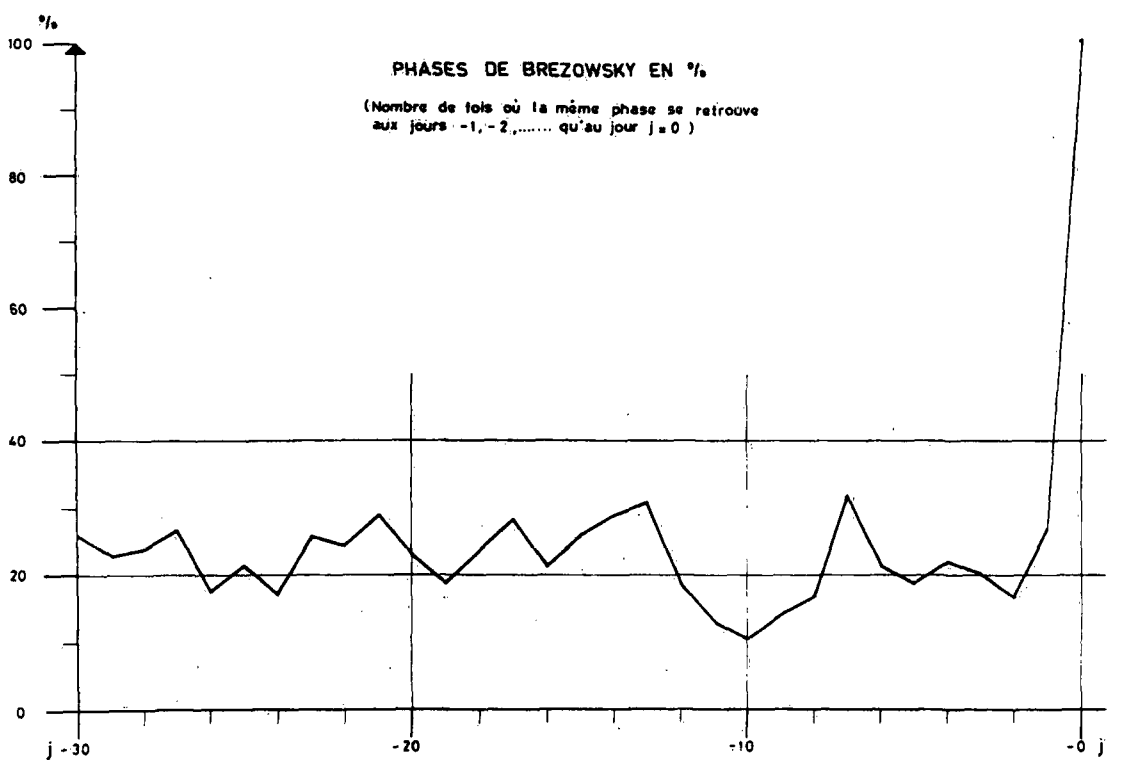


Fig. 7. Relation entre les phases de Brezowsky avec elles-mêmes en fonction du décalage journalier.

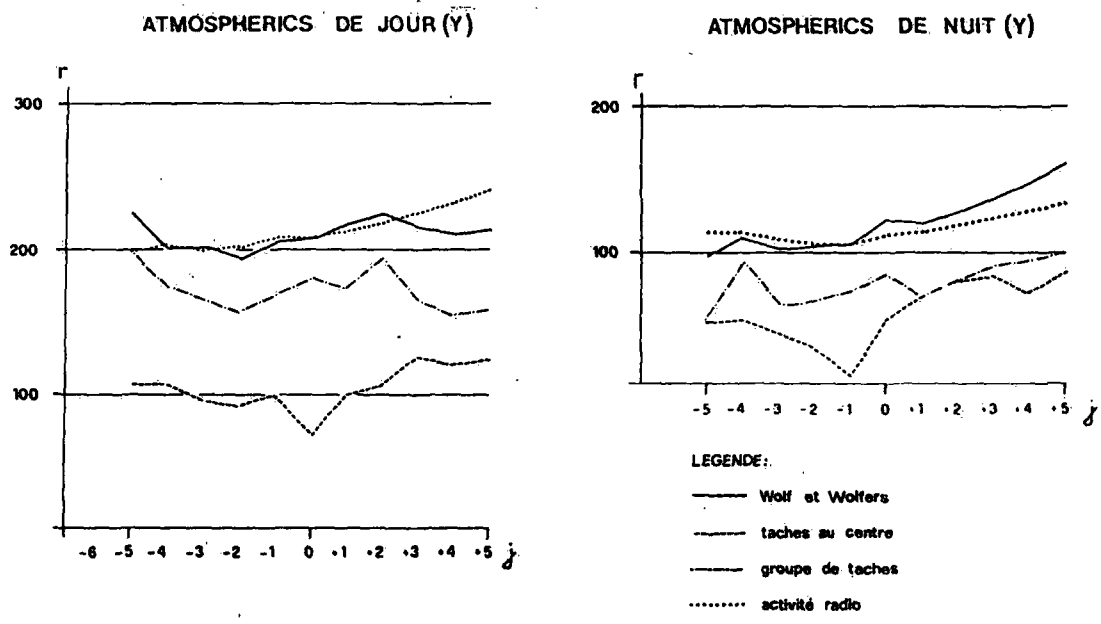


Fig. 8. Corrélation entre l'activité solaire et les atmosphérics

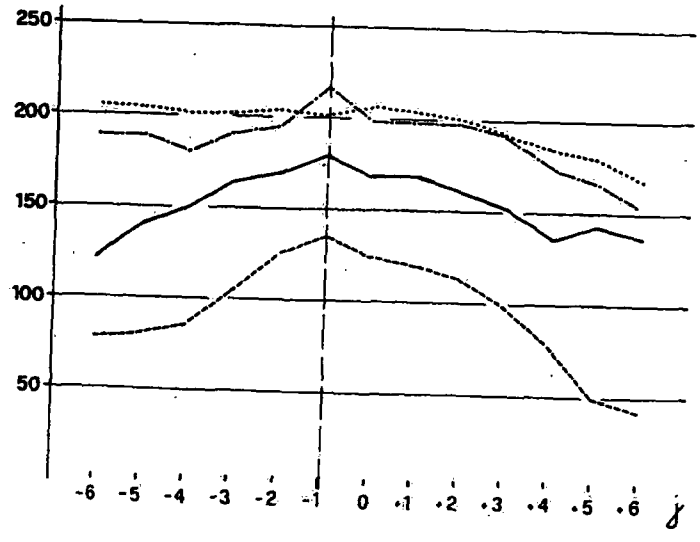


Fig. 9. Corrélation entre l'activité solaire et les nombres de Piccardi.
(légende voir fig. 8)